



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 58 381.1  
**Anmeldetag:** 13. Dezember 2002  
**Anmelder/Inhaber:** GKN Löbro GmbH, Offenbach/DE  
**Bezeichnung:** Antriebswelle  
**IPC:** B 23 K, F 16 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 06. November 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

---

## Antriebswelle

---

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fügen einer Antriebswelle sowie die Antriebswelle selbst, welche ein erstes Anschlußteil mit einer ersten Längsachse, ein zweites Anschlußteil mit einer zweiten Längsachse sowie ein Rohrelement aufweist, das fertigungsbedingt gekrümmt ist.

Aus der Druckschrift DE 199 21 228 A1 ist ein Verfahren zum Fügen einer Antriebswelle aus einem ersten Anschlußteil, einem zweiten Anschlußteil sowie einem Rohrelement bekannt. Dabei weisen die beiden Anschlußteile jeweils eine zylindrische Aufnahme­fläche auf, deren Außendurchmesser kleiner ist als der Innendurchmesser des Rohrelements. Zum Verbinden der drei Bauteile werden die Anschlußteile und das Rohrelement radial unabhängig voneinander auf einer Referenzachse mit zum Teil axialer Überdeckung ausgerichtet und dann miteinander verschweißt. Es wird davon ausgegangen, daß gerade Rohrelemente verfügbar sind. Eine Berücksichtigung einer fertigungsbedingten Krümmung des Rohrelements ist nicht vorgesehen.

Hiervon ausgehend ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fügen einer Antriebswelle, sowie eine Antriebswelle selbst, die ein erstes Anschlußteil, ein zweites Anschlußteil sowie ein fertigungsbedingt gekrümmtes Rohrelement aufweist, vorzuschlagen, wobei

die Antriebswelle nach dem Fügen minimale Restunwuchten aufweisen soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren zum Fügen einer Antriebswelle aus

- einem ersten Anschlußteil mit einer ersten Längsachse und einer ersten zylindrischen Aufnahmefläche,
- einem zweiten Anschlußteil mit einer zweiten Längsachse und einer zweiten zylindrischen Aufnahmefläche sowie
- einem fertigungsbedingt gekrümmten Rohrelement mit einer gekrümmten Mittellinie und einer gegebenen Länge L, welches eine Rohrwandung, ein erstes Rohrende und ein zweites Rohrende aufweist, wobei zwischen der Rohrwandung und den Aufnahmeflächen der Anschlußteile Radialspalte vorgesehen werden,

gelöst, welches die folgenden Verfahrensschritte umfaßt:

- das Rohrelement wird mit zwei Punkten seiner Mittellinie auf einer Referenzachse gehalten,
- das erste Anschlußteil wird mit seiner ersten Längsachse auf der Referenzachse gehalten, wobei sich das erste Anschlußteil und das erste Rohrende teilweise axial überdecken,
- das zweite Anschlußteil wird mit seiner zweiten Längsachse auf der Referenzachse gehalten, wobei sich das zweite Anschlußteil und das zweite Rohrende teilweise axial überdecken,
- das erste Anschlußteil und das zweite Anschlußteil werden jeweils mit den Rohrenden des Rohrelements verschweißt, wobei die Radialspalte geschlossen werden.

Dieses Verfahren zum Fügen einer Antriebswelle hat den Vorteil, daß fertigungsbedingte Urunwuchten des Rohrelements, die wesentlich aus der fertigungsbedingten Krümmung herrühren, bereits beim Fügen mit den Anschlußteilen weitgehend nach einem einfachen Näherungsverfahren berücksichtigt werden können. Dieses Näherungsverfahren beinhaltet ein qualitatives Annähern der Hauptträgheitsachse des Rohrelements vor dem Fügen an die Rotationsachse der fertigen Welle. Auf diese Weise wird erreicht, daß die so hergestellte Antriebswelle minimale Restunwuchten aufweist und kein kostenspieliges Richten oder Nacharbeiten erforderlich ist.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens beträgt das Verhältnis des Abstandes der Schnittpunkte der Mittellinie mit der Referenzachse zur Länge des Rohrelements zwischen 0,5 und 0,75, insbesondere 0,577. Bei einer derartigen Ausrichtung liegt die Hauptträgheitsachse eines standardmäßig gekrümmten Rohrelements nah zur Referenzachse, so daß sich lediglich minimale Restunwuchten in der Antriebswelle ergeben. Bevorzugt liegen die genannten Schnittpunkte axial symmetrisch zwischen den Fügestellen mit den Anschlußelementen.

In Konkretisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, daß - bei mit zwei Punkten seiner Mittellinie auf der Referenzachse gehaltenem Rohrelement - die Radialspalte zwischen den Aufnahmeflächen der Anschlußteile und der Rohrwandung jeweils betragsmäßig größer sind als der Achsabstand zwischen der Referenzachse und einer zentral durch die Rohröffnungen an den Rohrenden laufenden Achse. So wird gewährleistet, daß die Rohrenden in eingeschobenem Zustand mit den Anschlußteilen außer Kontakt mit den zylindrischen Aufnahmeflächen sind, so daß das Rohrelement entsprechend zu den Anschlußteilen auf der Referenzachse ausgerichtet werden kann.

Vorzugsweise werden die Schweißnähte durch Laser- oder Plasmaschweißen erzeugt. Solche Verfahren sind nämlich insbesondere zum Überbrücken großer Spaltbreiten gut geeignet. Zur Beschleunigung des Schweißprozesses ist es vorteilhaft, die Schweißnähte an mehreren Stellen gleichzeitig beginnend bogenförmig entlang den Ringspalten zwischen der Rohrwandung und den zylindrischen Aufnahmeflächen der Anschlußteile zu erzeugen. Um Spannungsverzug zu vermeiden, sollten die Schweißnähte an zwei einander diametral gegenüberliegenden Stellen gleichzeitig erzeugt werden.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird ferner durch eine Antriebswelle gelöst, die ein erstes Anschlußteil mit einer ersten Längsachse, ein zweites Anschlußteil mit einer zweiten Längsachse sowie ein fertigungsbedingt gekrümmtes Rohrelement mit einer gekrümmten Mittellinie umfaßt, wobei das erste Anschlußteil mit seiner ersten Längsachse auf einer Referenzachse, das zweite Anschlußteil mit seiner zweiten Längsachse auf der Referenzachse und das Rohrelement mit seiner Mittellinie die Referenzachse in zwei Punkten schneidend zueinander ausgerichtet, sich teilweise axial überdeckend angeordnet und durch Schweißnähte miteinander verbunden sind. Diese Antriebswelle hat den Vorteil, daß fertigungsbedingte Urunwuchten des Rohrelements, soweit sie aus der fertigungsbedingten Krümmung des Rohrelements herrühren, bereits beim Fügen mit den Anschlußteilen weitgehend berücksichtigt sind, so daß lediglich minimale Restunwuchten verbleiben, die innerhalb eines zulässigen Toleranzbereichs liegen.

In Konkretisierung ist vorgesehen, daß das erste Anschlußteil und/oder das zweite Anschlußteil eine äußere Aufnahmefläche mit einem Außendurchmesser aufweist, der kleiner ist als der Innendurchmesser des Rohrelements. Alternativ hierzu kann das

erste Anschlußteil und/oder das zweite Anschlußteil eine inneren Aufnahme­fläche mit einem Innendurchmesser aufweisen, der größer ist als der Außendurchmesser des Rohrelements. Im ersten Fall werden die Anschlußteile in das Rohrelement eingeschoben und im zweiten Fall werden die Rohrenden in die Anschluß­elemente eingeschoben.

Eine weitere Lösung der der Erfindung zugrundeliegenden Aufgabe besteht in einer Vorrichtung zum Fügen einer Antriebswelle aus einem ersten Anschlußteil mit einer ersten Längsachse, einem zweiten Anschlußteil mit einer zweiten Längsachse sowie einem fertigungsbedingt gekrümmten Rohrelement mit einer gekrümmten Mittellinie und einer Länge, welche ein erstes Halteelement zum koaxialen Halten des ersten Anschlußteils mit seiner ersten Längsachse auf einer Referenzachse, ein zweites Halteelement zum koaxialen Halten des zweiten Anschlußteils mit seiner zweiten Längsachse auf der Referenzachse sowie zwei Spannelemente auf der Referenzachse zum Halten des Rohrelements mit zwei Punkten der Mittellinie auf der Referenzachse, wobei die beiden Spannelemente zwischen den beiden Halteelementen angeordnet sind, umfaßt. Diese Vorrichtung ermöglicht es, daß fertigungsbedingte Unruwuchten des Rohrelements, soweit sie auf dessen fertigungsbedingter Krümmung beruhen, durch das Fügen mit den Anschlußteilen weitgehend korrigiert werden, so daß lediglich minimale Restunwuchten verbleiben.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung haben die Spannelemente einen Abstand zueinander, der größer als das 0,5-fache und kleiner als das 0,75-fache der Länge des Rohrelements ist. Eine besonders günstige Ausgestaltung ist dann gegeben, wenn die Spannelemente einen Abstand zueinander aufweisen, der das 0,577-fache der Länge des Rohrelements beträgt. So wird nämlich erreicht, daß das Rohrelement näherungsweise mit seiner Hauptträgheitsachse auf die spätere Rotationsachse der An-

triebswelle ausgerichtet wird, so daß Restunwuchten stark verringert werden.

Es ist vorgesehen, daß die Spannelemente jeweils drei Backen aufweisen, die jeweils den gleichen Abstand zueinander und zur Referenzachse haben. Dabei sind die Backen jeweils radial verschiebbar zur Referenzachse angeordnet, um das Rohrelement einspannen zu können. Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die Backen rollenförmig ausgebildet und liegen jeweils auf zur Referenzachse parallelen Achsen. Auf diese Weise wird gewährleistet, daß das Rohrelement an - im Querschnitt betrachtet - drei Lagerstellen genau auf der Referenzachse gehalten werden kann. Die Spannelemente sind vorzugsweise axial verschiebbar ausgebildet, um zu ermöglichen, daß sie innerhalb des Verstellbereichs an unterschiedliche Krümmungen des Rohrelements angepaßt werden können.

Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel wird anhand der nachstehenden Zeichnung erläutert. Hierin zeigt

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Antriebswelle im Längsschnitt;

Fig. 2 die Vorrichtung nach Figur 1 mit einer zweiten Ausführungsform einer Antriebswelle im Längsschnitt;

Fig. 3 ein Spannelement gemäß Schnittlinie I-I aus Figur 1;

Fig. 4 eine mit dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Antriebswelle und

Fig. 5 eine Antriebswelle nach dem Stand der Technik.

Aus Figur 1 ist eine Vorrichtung zum Fügen einer Antriebswelle 1, die ein erstes Anschlußteil 2, ein zweites Anschlußteil 3 sowie ein beispielsweise aufgrund von Fertigungsungenauigkeiten gekrümmtes Rohrelement 4 aufweist. Das erste und das zweite Anschlußteil 2, 3 sind beide gleich ausgebildet, wobei das erste Anschlußteil 2 um eine individuelle erste Längsachse  $A_1$  und das zweite Anschlußteil 3 um eine individuelle zweite Längsachse  $A_2$  rotationssymmetrisch gestaltet sind. Beide Anschlußteile 2, 3 haben jeweils einen Zapfenabschnitt 5, 6 mit einer Verzahnung 7, 8 zum Übertragen eines Drehmoments sowie einen sich an den Zapfenabschnitt 5, 6 anschließenden Verbindungsabschnitt 9, 10 zum Verbinden mit dem Rohrelement 4. Die Verbindungsabschnitte 9, 10 umfassen jeweils eine zylindrische Aufnahme­fläche 12, 13, deren Außendurchmesser  $D_1$ ,  $D_2$  kleiner sind, als der Innendurchmesser  $d_R$  des Rohrelements an seinen Rohrenden. Auf diese Weise sind bei teilweise in das Rohrelement 4 eingeschobenen Anschlußteilen 2, 3 Radialspalte 15, 16 zwischen der Rohrwandung und den jeweiligen Aufnahme­flächen 12, 13 ausgebildet, wodurch eine gegenseitige radiale Ausrichtung der Bauteile zueinander in begrenztem Umfang möglich ist.

Die Vorrichtung umfaßt ein erstes Halteelement 17 zum Positionieren des ersten Anschlußteils 2, ein zweites Halteelement 18 zum Positionieren des zweiten Anschlußteils 3 sowie zwei Spannelemente 19, 20 zum Positionieren des Rohrelements 4. Es ist vorgesehen, daß die einzelnen Bauteile der Antriebswelle 1 zunächst zueinander ausgerichtet und anschließend miteinander verschweißt werden. Um eine axiale Überdeckung mit dem Rohrelement 4 zu erreichen, können die beiden Anschlußteile 2, 3 axial gegeneinander auf ein vorbestimmtes Maß verschoben werden.

Für das radiale Ausrichten der drei Bauteile der Antriebswelle zueinander ist das axiale Zusammenspiel zwischen den Spannele-



menten 19, 20 und den Halteelementen 17, 18 maßgeblich. Es ist vorgesehen, das Rohrelement 4 mit den Spannelementen 2, 3 so für den Schweißprozeß auszurichten, daß die Restunwucht des Rohrelements 4 nach dem Schweißen minimiert ist. Dies ist dann der Fall, wenn die Hauptträgheitsachse des Rohrelements möglichst nah zur Referenzachse  $R$ , welche durch die von den Spannelementen 19, 20 gebildeten Mittelpunkte verläuft und auf der die beiden Anschlußteile 2, 3 mit ihren Längsachsen  $A_1$ ,  $A_2$  ausgerichtet werden, liegt.

Um dies zu erreichen, wird das Rohrelement 4 mit seiner Mittellinie  $M$ , welche durch die Summe der Mittelpunkte der in axial aufeinanderfolgenden Querschnitte definiert ist, die Referenzachse in zwei Punkten schneidend relativ zu den Anschlußelementen 2, 3 ausgerichtet. Dabei sind die beiden Spannelemente 19, 20 mit gleichem Abstand zu einer senkrecht auf der Referenzachse  $R$  stehenden Mittelebene des Rohrelements 4 mit einem Abstand  $B$  voneinander angeordnet. Das Verhältnis zwischen diesem Abstand  $B$  und der Rohrlänge  $L$  beträgt zwischen 0,5 und 0,75, vorzugsweise 0,577. Durch die Krümmung des Rohrelements 4 bewirkt eine solche Ausrichtung, daß die Rohrenden von der Referenzachse  $R$  versetzt und damit nicht coaxial zu den Anschlußteilen 2, 3 liegen. Um diesen radialen Versatz auszugleichen, sind der Innendurchmesser  $d_R$  des Rohrelements sowie die Außendurchmesser  $D_1$ ,  $D_2$  der Anschlußteile 2, 3 an ihren Aufnahmeflächen 12, 13 so bemessen, daß zwischen den Bauteilen Radialspalte 15, 16 gebildet sind. Diese müssen groß genug sein, um den Versatz der Referenzachse  $R$  zu einer Achse die zentral durch die Rohrenden des Rohrelements 4 verläuft, auszugleichen.

Die beiden Spannelemente 19, 20 sind axial verstellbar, so daß sie innerhalb des Verstellbereichs an unterschiedliche Krümmungen von verschiedenen Rohrelementen 4 angepaßt werden können.

nen. So kann die nicht näher dargestellte Hauptträgheitsachse des Rohrelements 4 an die Referenzachse R, welche später die Rotationsachse der Antriebswelle bildet, angenähert werden, so daß in der Antriebswelle verbleibende Restunwuchten minimal sind.

Im Unterschied zur Antriebswelle nach Figur 1 weist die Antriebswelle nach Figur 2 ein erstes Anschlußteil 2 in Form eines Zapfenteils und ein zweites Anschlußteil 3' in Form eines Gleichlaufgelenks zur Drehmomentübertragung auf. Der Innendurchmesser  $d_2$  der Öffnung ist größer als der Außendurchmesser  $D_R$  des Rohrelements 4 an seinem Rohrende, so daß bei teilweise in die Öffnung eingeschobenem Rohrelement 4 ein Radialspalt zwischen den beiden Bauteilen gebildet ist. In der Öffnung des Gelenkaußenteils ist ein Deckel 22 angeordnet, welcher in Anlage mit der Schulter des Gelenkaußenteils ist und zum Abdichten des Gelenkraumes dient. Hierdurch wird verhindert, daß Schmiermittel aus dem Gelenkraum herausgelangt.

Zum Fügen der Antriebswelle 1' wird das zweite Anschlußteil 3' am Gelenkaußenteil in dem zweiten Halteelement 18' eingespannt, wobei das Gelenkaußenteil mit seiner Längsachse  $A_2'$  auf der Referenzachse R ausgerichtet wird. Durch den Radialspalt zwischen dem Rohrelement 4 und der zylindrischen Aufnahmefläche 13 des Gelenkaußenteils kann ein durch die Krümmung des Rohrelements 4 bewirkter Versatz zwischen der Längsachse  $A_2'$  des Gelenkaußenteils und der Achse, die zentral durch die beiden Rohröffnungen an dessen Enden verläuft, ausgeglichen werden. Hierdurch ergeben sich die bereits oben beschriebenen Vorteile.

Figur 3 zeigt exemplarisch eines der beiden Spannelemente 19, 20 im Querschnitt. Es umfaßt drei rollenförmige Backen 21, die in einer zur Referenzachse R senkrechten Ebene auf parallelen

Achsen C angeordnet sind. Dabei weisen die Achsen C der Backen 21 jeweils denselben Abstand zueinander auf. Zum Einspannen des Rohrelements 4 lassen sich die drei rollenförmigen Backen 21 jeweils radial zur Referenzachse R verschieben. So wird das Rohrelement 4 in der Ebene der Backen 21 mit seiner Mittellinie M die Referenzachse R schneidend gehalten.

Nachdem Anschlußteile und Rohrelement zueinander ausgerichtet sind, werden die drei Bauteile miteinander verschweißt. Zum Schweißen kommen solche Verfahren in Frage, die einen Spalt überbrücken können und einen geringen Verzug verursachen.

Hierfür eignen sich insbesondere Laser- oder Plasmaschweißen. Es ist vorgesehen, daß die Schweißnähte an zwei einander diametral gegenüberliegenden Stellen erzeugt werden, damit der Wärmeverzug minimal ist. Beim Schweißvorgang findet zwischen dem Schweißwerkzeug und der Vorrichtung zum Halten der Antriebswelle 1 eine relative Drehbewegung um die Referenzachse R statt, wobei die Schweißnaht bogenförmig entlang den Radialspalten 15, 16 zwischen der Rohrwandung 14 und den zylindrischen Aufnahmeflächen 12, 13 erzeugt wird.

Figur 4 zeigt eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte Antriebswelle 1' nach dem Schweißvorgang, welche einen Zapfen als erstes Anschlußteil 2 und ein Gelenkaußenteil als zweites Anschlußteil 3' aufweist. Es ist ersichtlich, daß die vormals separaten Längsachsen  $A_1$ ,  $A_2'$  der Anschlußteile 2, 3' nunmehr zusammenfallen und die gemeinsame Drehachse A der Antriebswelle bilden. Das Rohrelement 4 ist mit seiner Mittellinie M diese Drehachse A in zwei Punkten schneidend zu den Anschlußteilen 2, 3' ausgerichtet und mit diesen verschweißt. Dabei beträgt der Abstand B der beiden Schnittpunkte zueinander im Verhältnis zur Rohrlänge L in etwa 0,577. Auf diese Weise ist die nicht näher dargestellte Hauptträgheitsachse sowie der Schwerpunkt des Rohrelements 4 der Drehachse A angenä-

hert, so daß die so hergestellte Antriebswelle 1' minimale Restunwuchten aufweist.

Demgegenüber ist das Rohrelement 4'' der Antriebswelle 1'' nach dem Stand der Technik, wie in Figur 5 gezeigt, mit seinen Rohrenden zentral auf den Längsachsen  $A_1''$ ,  $A_2''$  der Anschlußelemente 2'', 3'' ausgerichtet und verschweißt. Die Mittellinie  $M''$  schneidet die Drehachse  $A''$  der Antriebswelle 1'' nicht innerhalb der Längserstreckung des Rohrelements 4'', sondern unmittelbar an den Rohrenden. Auf diese Weise ist der Schwerpunkt des Rohrelements 4'' deutlich zu der Drehachse  $A''$  der Antriebswelle radial versetzt angeordnet, so daß nach dem Schweißen verbleibende Restunwuchten relativ groß sind und eine kostspielige Nachbearbeitung erforderlich ist.

In den hier beschriebenen Ausführungsbeispielen sind die Anschlußteile zum Teil als Einzelbauteile, insbesondere Gelenkbauteile, und zum Teil als Baugruppe, nämlich als ganzes Gleichlaufgelenk, dargestellt. Es versteht sich, daß beides vom Gegenstand der vorliegenden Erfindung eingeschlossen ist und daß die Anschlußteile auch größere vormontierte Baugruppen bilden können.

GKN Löbro GmbH  
Carl-Legien-Straße 10  
63073 Offenbach

11. November 2002  
Oy/ (20020481)  
Q02018DE00

---

## Antriebswelle

---

### Bezugszeichenliste

1	Antriebswelle
2	erstes Anschlußteil
3	zweites Anschlußteil
4	Rohrelement
5	Zapfenabschnitt
6	Zapfenabschnitt
7	Verzahnung
8	Verzahnung
9	Verbindungsabschnitt
10	Verbindungsabschnitt
12	Aufnahmefläche
13	Aufnahmefläche
14	Rohrwandung
15	Radialspalt
16	Radialspalt
17	erstes Halteelement
18	zweites Halteelement
19	Spannelement
20	Spannelement
21	Backe
22	Deckel

A	Drehachse
A <sub>1</sub>	erste Längsachse
A <sub>2</sub>	zweite Längsachse
B	Abstand
D <sub>1</sub>	Außendurchmesser
D <sub>2</sub>	Außendurchmesser
d <sub>2</sub>	Innendurchmesser
D <sub>R</sub>	Außendurchmesser
d <sub>R</sub>	Innendurchmesser
L	Rohrlänge
M	Mittelpunkt
R	Referenzachse

GKN Löbro GmbH

11. November 2002

Carl-Legien-Straße 10

Oy/- (20020481)

63073 Offenbach

Q02018DE00

---

## Antriebswelle

---

### Patentansprüche

#### 1. Verfahren zum Fügen einer Antriebswelle aus

- einem ersten Anschlußteil (2) mit einer ersten Längsachse ( $A_1$ ) und einer ersten zylindrischen Aufnahme­fläche (12),
- einem zweiten Anschlußteil (3) mit einer zweiten Längsachse ( $A_2$ ) und einer zweiten zylindrischen Aufnahme­fläche (13) sowie
- einem fertigungsbedingt gekrümmten Rohrelement (4) mit einer gekrümmten Mittellinie (M) und einer gegebenen Länge (L), welches eine Rohrwandung (14), ein erstes Rohrende und ein zweites Rohrende aufweist, wobei zwischen der Rohrwandung (14) und den Aufnahme­flächen (12, 13) der Anschlußteile (2, 3) Radialspalte (15, 16) vorgesehen werden,

mit folgenden Verfahrensschritten:

- das Rohrelement (4) wird mit zwei Punkten seiner Mittellinie (M) auf einer Referenzachse (R) gehalten,
- das erste Anschlußteil (2) wird mit seiner ersten Längsachse ( $A_1$ ) auf der Referenzachse (R) gehalten, wobei sich das erste Anschlußteil (2) und das Rohrelement (4) teilweise axial überdecken,
- das zweite Anschlußteil (3) wird mit seiner zweiten Längsachse ( $A_2$ ) auf der Referenzachse (R) gehalten, wobei sich das zweite Anschlußteil (3) und das Rohrele-

ment (4) teilweise axial überdecken,

- das erste Anschlußteil (2) und das zweite Anschlußteil (3) werden jeweils mit den Rohrenden des Rohrelements (4) verschweißt, wobei die Radialspalte (15, 16) geschlossen werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Verhältnis des Abstandes (B) der Schnittpunkte der Mittellinie (M) mit der Referenzachse (R) zur Länge (L) des Rohrelements (4) zwischen 0,5 und 0,75 beträgt.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

dadurch gekennzeichnet,

daß das Verhältnis des Abstandes (B) der Schnittpunkte der Mittellinie (M) mit der Referenzachse (R) zur Länge (L) des Rohrelements (4) 0,577 beträgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Schnittpunkte der Mittellinie (M) mit der Referenzachse (R) axial symmetrisch zwischen die Anschlußteile (2, 3) gelegt werden.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,



daß - bei mit zwei Punkten seiner Mittellinie (M) auf der Referenzachse (R) gehaltenem Rohrelement (4) - die Radialspalte (15, 16) zwischen den Aufnahmeflächen (12, 13) der Anschlußteile (2, 3) und der Rohrwandung (14) jeweils betragsmäßig größer sind als der Achsabstand zwischen der Referenzachse (R) und einer zentral durch die Rohröffnungen an den Rohrenden laufenden Achse.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Schweißnähte durch Laser- oder Plasmaschweißen erzeugt werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Schweißnähte an mehreren Stellen gleichzeitig beginnend bogenförmig entlang den Ringspalten zwischen der Rohrwandung (14) und den zylindrischen Aufnahmeflächen (12, 13) der Anschlußteile (2, 3) erzeugt werden.

8. Verfahren nach Anspruch 7,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Schweißnähte an zwei einander diametral gegenüberliegenden Stellen gleichzeitig erzeugt werden.

9. Antriebswelle umfassend ein erstes Anschlußteil (2) mit einer ersten Längsachse ( $A_1$ ), ein zweites Anschlußteil (3) mit einer zweiten Längsachse ( $A_2$ ) sowie ein fertigungsbe-

dingt gekrümmtes Rohrelement (4) mit einer gekrümmten Mittellinie (M), wobei das erste Anschlußteil (2) mit seiner ersten Längsachse ( $A_1$ ) auf einer Referenzachse (R), das zweite Anschlußteil (3) mit seiner zweiten Längsachse ( $A_2$ ) auf der Referenzachse (R) und das Rohrelement (4) mit seiner Mittellinie (M) die Referenzachse (R) in zwei Punkten schneidend zueinander ausgerichtet, sich teilweise axial überdeckend angeordnet und durch Schweißnähte miteinander verbunden sind.

10. Antriebswelle nach Anspruch 9,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Schnittpunkte der Mittellinie (M) mit der Referenzachse (R) axial symmetrisch zwischen den Anschlußteilen (2, 3) liegen.

11. Antriebswelle nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet,

daß das erste Anschlußteil (2) und/oder das zweite Anschlußteil (3) eine äußere Aufnahme­fläche (12, 13) mit einem Außendurchmesser ( $D_1$ ,  $D_2$ ) aufweist, der kleiner ist als der Innendurchmesser ( $d_R$ ) des Rohrelements.

12. Antriebswelle nach Anspruch 9 oder 10,

dadurch gekennzeichnet,

daß das erste Anschlußteil und/oder das zweite Anschlußteil (3) eine inneren Aufnahme­fläche (13) mit einem Innendurchmesser ( $d_2$ ) aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser ( $D_R$ ) des Rohrelements (4).

13. Vorrichtung zum Fügen einer Antriebswelle aus einem ersten Anschlußteil (2) mit einer ersten Längsachse ( $A_1$ ), einem zweiten Anschlußteil (3) mit einer zweiten Längsachse ( $A_2$ ) sowie einem fertigungsbedingt gekrümmten Rohrelement (4) mit einer gekrümmten Mittellinie (M) und einer gegebenen Länge (L), umfassend ein erstes Halteelement (17) zum koaxialen Halten des ersten Anschlußteils (2) mit seiner ersten Längsachse ( $A_1$ ) auf einer Referenzachse (R), ein zweites Halteelement (18) zum koaxialen Halten des zweiten Anschlußteils (3) mit seiner zweiten Längsachse ( $A_2$ ) auf der Referenzachse (R) sowie zwei Spannelemente (19, 20) zum Halten des Rohrelements (4) mit zwei Punkten der Mittellinie (M) auf der Referenzachse (R), wobei die beiden Spannelemente (19, 20) zwischen den beiden Halteelementen (17, 18) angeordnet sind.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Spannelemente (19, 20) einen Abstand zueinander haben, der größer als das 0,5-fache und kleiner als das 0,75-fache der Länge (L) des Rohrelements (4) ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Spannelemente (19, 20) einen Abstand zueinander aufweisen, der das 0,577-fache der Länge (L) des Rohrelements (4) beträgt.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 15,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Spannelemente (19, 20) jeweils drei Backen (21) aufweisen, die jeweils den gleichen Abstand zueinander und zur Referenzachse (R) haben.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Backen (21) der Spannelemente (19, 20) jeweils radial verschiebbar zur Referenzachse (R) angeordnet sind.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Backen (21) rollenförmig ausgebildet sind und jeweils auf zur Referenzachse (R) parallelen Achsen liegen.

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Spannelemente (19, 20) axial verschiebbar sind.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 19,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Spannelemente (19, 20) in axial symmetrischer Anordnung zwischen den Halteelementen (17, 18) liegen.

---

## Antriebswelle

---

### Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Fügen einer Antriebswelle sowie die Antriebswelle selbst. Die Antriebswelle 1 weist ein erstes Anschlußteil 2 mit einer ersten Längsachse  $A_1$ , ein zweites Anschlußteil 3 mit einer zweiten Längsachse  $A_2$  sowie ein Rohrelement 4 auf, das fertigungsbedingt gekrümmt ist. Zum Fügen wird das Rohrelement 4 mit zwei Punkten seiner Mittellinie M eine Referenzachse R in zwei Punkten schneidend gehalten. Das erste Anschlußteil 2 mit seiner ersten Längsachse  $A_1$  und das zweite Anschlußteil 3 mit seiner zweiten Längsachse  $A_2$  werden auf der Referenzachse R ausgerichtet. Dann werden die Anschlußteile 2, 3 jeweils mit den Rohrenden des Rohrelements 4 verschweißt, wobei die Radialspalte zwischen dem Rohrelement 4 und den Anschlußteilen 2, 3 geschlossen werden.

Figur 1

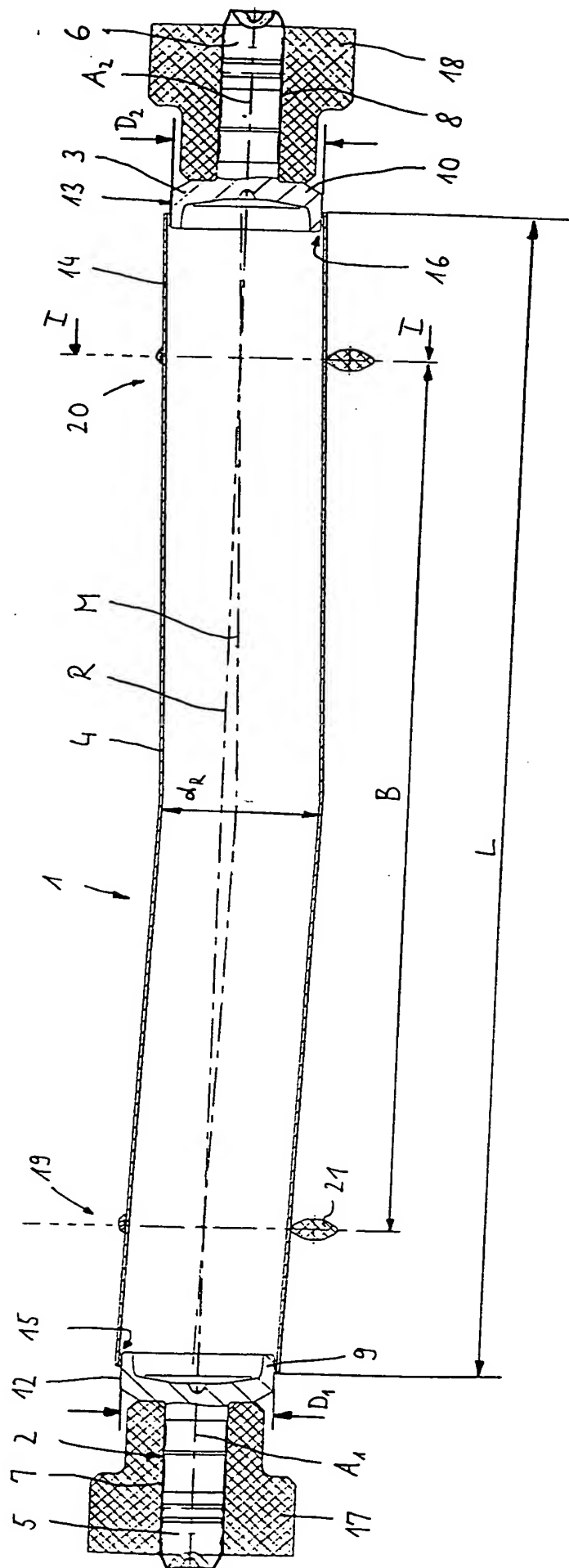


Fig. 1

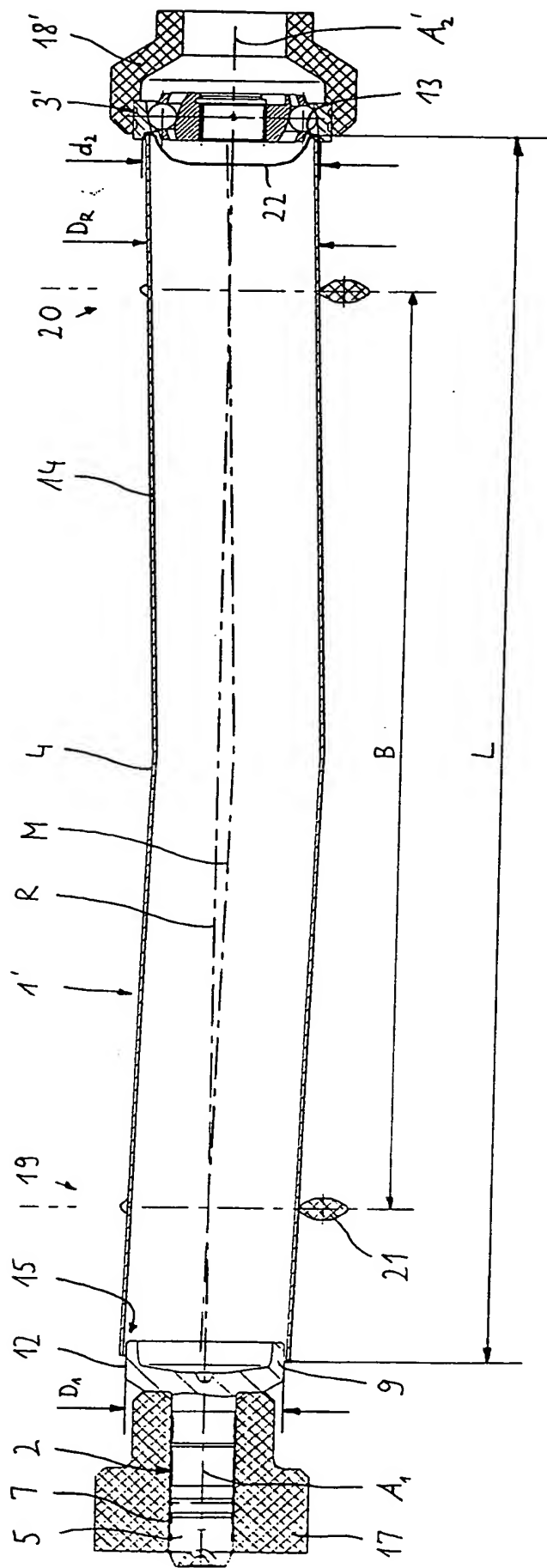


Fig. 2

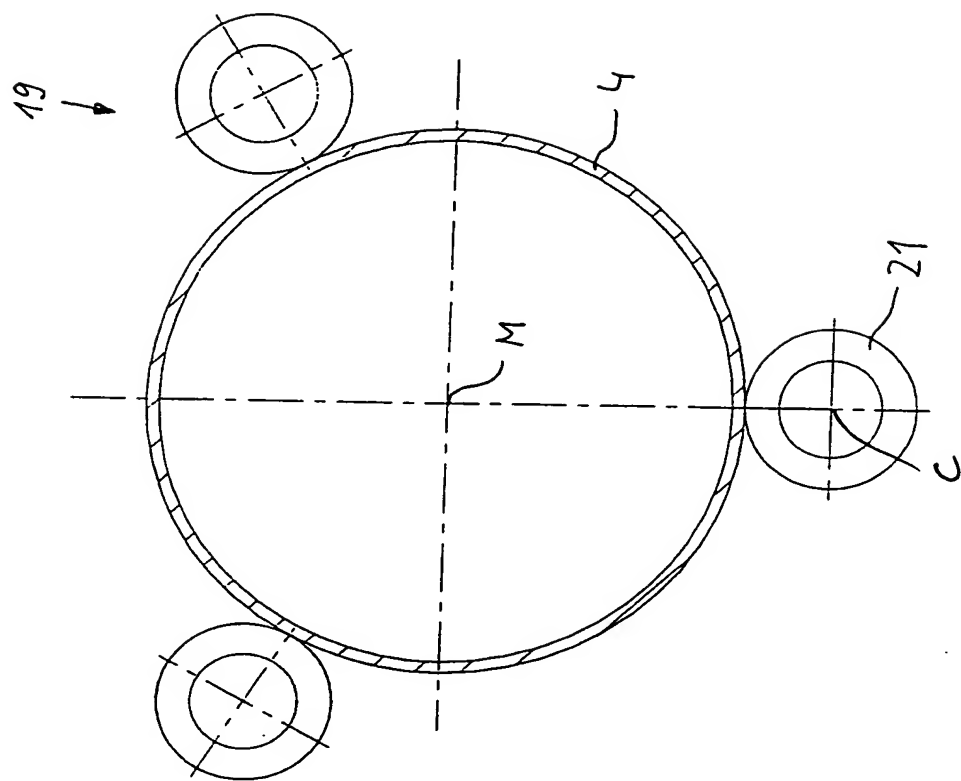


Fig. 3



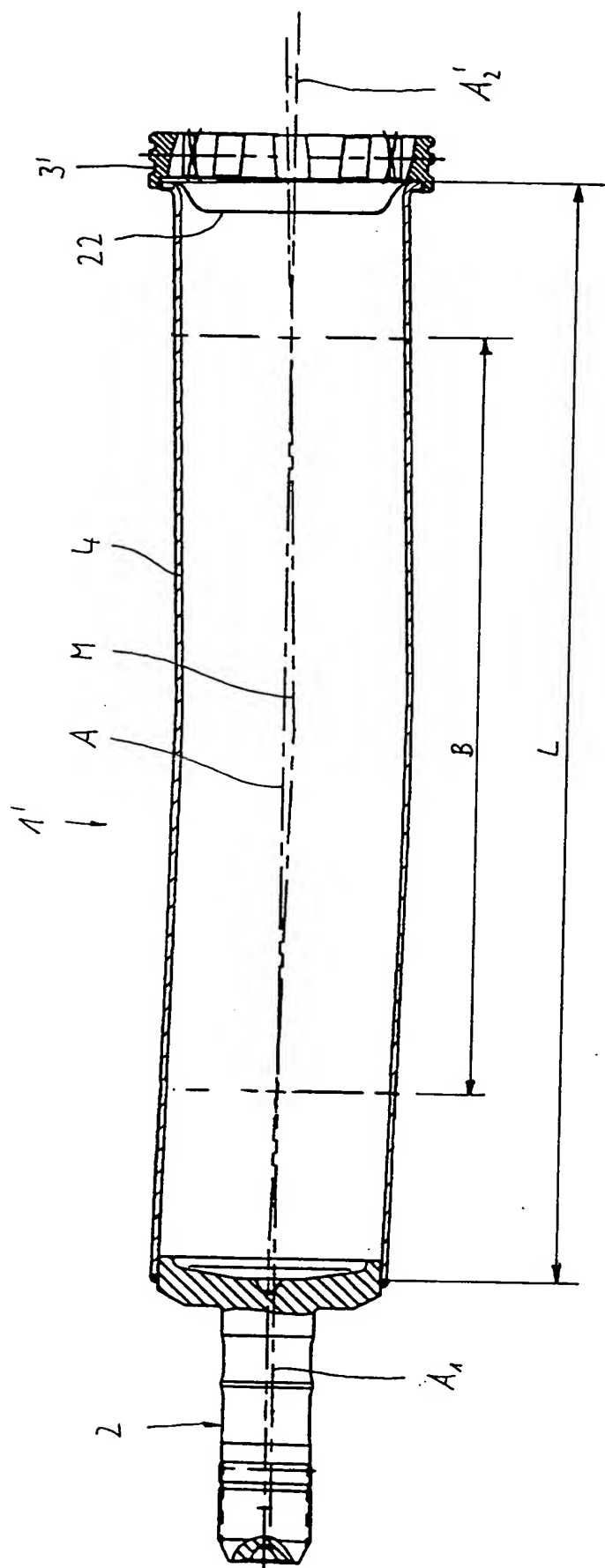


Fig. 4

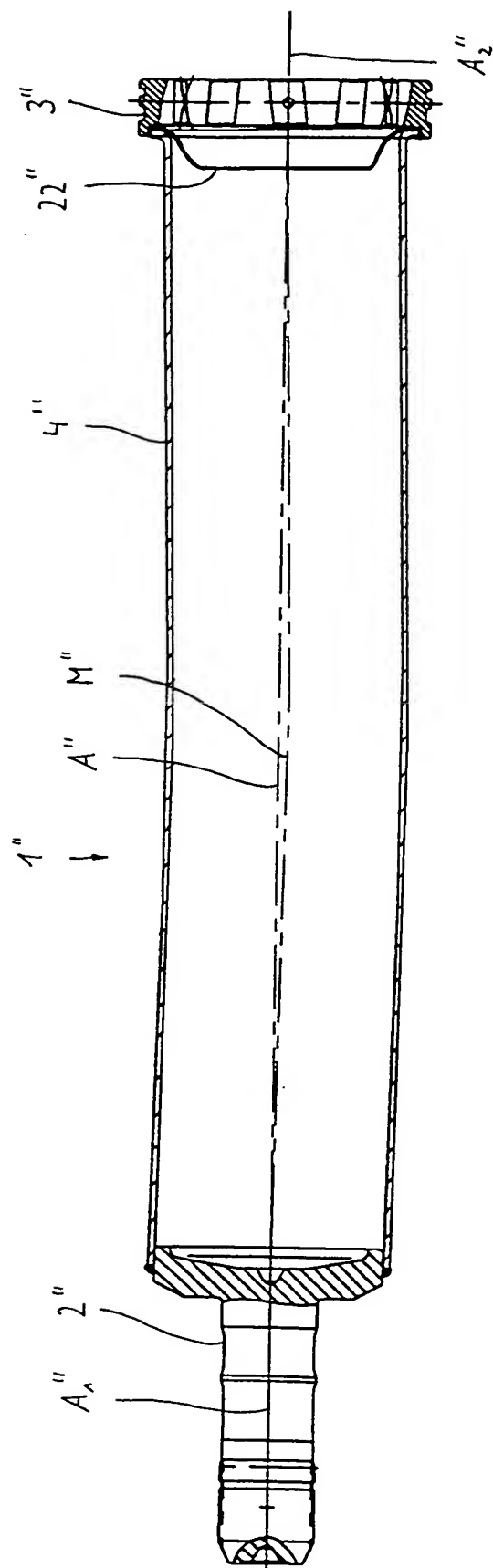


Fig. 5